

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 А.И. Толстик


Регистрационный № УД- 1352 /баз.

ВВЕДЕНИЕ В ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКУ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

Направление:

1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

Минск 2014

СОСТАВИТЕЛЬ:

М.С. Тиванов – доцент кафедры энергофизики физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Ф. Гременок – заведующий лабораторией физики твердого тела ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», профессор, доктор физико-математических наук;

В.Б. Оджаев – заведующий кафедрой физики полупроводников и нано-электроники Белорусского государственного университета, профессор, доктор физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергофизики физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 11 от 13 мая 2014);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 10 от 29 мая 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета

(протокол № 6 от 20 июня 2014 г.)

Ответственный за редакцию: М.С. Тиванов

Ответственный за выпуск: М.С. Тиванов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа курса "Введение в гелиоэнергетику" разработана для специальности 1-31 04 01 Физика по направлению 1-31 04 01 - 02 производственная деятельность со специализацией 1-31 04 01 - 01 07 Энергофизика.

Целью курса является формирование у студентов профессиональных знаний о технологиях и материалах для преобразования энергии солнечного излучения в электроэнергию и тепло.

Развитие промышленного производства и освоение космического пространства, сопряженные с истощением природных энергетических ресурсов и ухудшением экологической обстановки, вызывают необходимость поиска новых способов энергообеспечения. В том числе с использованием возобновляемых источников энергии, среди которых наиболее крупным потенциалом обладает гелиоэнергетика. В связи с этим знание основ гелиоэнергетики является необходимым условием успешной профессиональной деятельности специалиста, имеющего квалификацию «Физик. Инженер» и работающего в области энергофизики.

В курсе изучаются основные характеристики солнечного излучения, потенциал и современное состояние использования энергии солнечного излучения, принципы пассивного использования солнечного излучения, принципы теплового и фотоэлектрического использования солнечного излучения, типы и параметры солнечных элементов, солнечные модули и батареи, метрологические аспекты в фотовольтаике, компоненты фотоэлектрических систем, концентраторные системы.

Материал курса основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в спецкурсах по основам теплофизики, основам материаловедения, неравновесным электронным и оптическим процессам, энергоэффективным материалам, основам твердотельной электроники, радиационному теплообмену и др.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- характеристики солнечного излучения, потенциал использования энергии солнечного излучения;
- устройство тепловых коллекторов и различных типов солнечных элементов;
- физические пределы эффективности устройств по преобразованию энергии солнечного излучения;
- критерии выбора фотоактивных материалов;
- принципы функционирования фотоэлектрических систем;

уметь:

- анализировать работу и физические характеристики тепловых коллекторов и солнечных элементов;

владеть:

- основами современных технологий использования энергии излучения Солнца в энергетике;
- базовыми принципами моделирования работы устройств гелиоэнергетики (солнечные элементы, тепловые коллекторы, концентраторы).

Программа курса рассчитана на 28 часов лекций и 12 часов контролируемой самостоятельной работы студента. Форма отчётности — экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции, часов	Контролируемая самостоятельная работа, часов	Всего, часов
1.	История и перспективы гелиоэнергетики	4	-	4
2.	Солнечное излучение	2	-	2
3.	Пассивное использование солнечного излучения	-	2	2
4.	Тепловые коллекторы	2	2	4
5.	Базовые принципы фотовольтаики	4	-	4
6.	Параметры солнечных элементов	4	-	4
7.	Типы солнечных элементов. Производство	4	2	6
8.	Солнечные модули и батареи	-	2	2
9.	Метрология	4	-	4
10.	Компоненты фотоэлектрических систем	2	2	4
11.	Концентраторы солнечного излучения	2	2	4

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. История и перспективы гелиоэнергетики.

Энергетическая проблема. Возобновляемые источники энергии. Преимущества гелиоэнергетики. Современное состояние и перспективы гелиоэнергетики в мире и в Беларуси.

2. Солнечное излучение.

Природа и свойства солнечного излучения. Спектр излучения черного тела и Солнца. Влияние атмосферы. Стандарты АМх. Движение Солнца по небосводу. Погодные условия и сезонность.

3. Пассивное использование солнечного излучения.

Пассивное солнечное отопление. Пассивное солнечное охлаждение. Солнечное освещение.

4. Тепловые коллекторы.

Радиационный теплообмен. Принцип работы и основные типы тепловых коллекторов. Основные компоненты теплового коллектора. Критерии выбора материалов.

5. Базовые принципы фотовольтаики.

Фотоэлектрический эффект, история фотовольтаики. Полупроводники, *p*- и *n*-тип. Рекомбинационно-генерационные процессы в полупроводниках. Поглощение оптического излучения в полупроводниках. *p-n*-Переход. Фотоэффект в *p-n*-переходе.

6. Параметры солнечных элементов.

Принцип работы, эквивалентная схема и вольт-амперная характеристика полупроводникового солнечного элемента. Спектральная чувствительность солнечного элемента. Влияние параметров солнечного элемента на его эффективность, предельный КПД. Влияние внешних условий на эффективность солнечного элемента.

7. Типы солнечных элементов. Производство.

Конструкция солнечного элемента. Критерии выбора фотоактивных материалов для солнечных элементов. Солнечные элементы различных поколений. Тандемные солнечные элементы. Выбор подложки и нанесение тыльного контакта. Создание фотоактивного слоя. Формирование p - n -перехода. Нанесение лицевых контактов. Защитные и просветляющие покрытия. Конструкционные особенности солнечных элементов наземного и космического назначения.

8. Солнечные модули и батареи.

Соединение солнечных элементов в модули и батареи. Основные параметры и выходные характеристики солнечных модулей и батарей. Применение.

9. Метрология.

Методы контроля качества фотоактивного материала. Способы расчёты параметров солнечного элемента из его спектральных, вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик. Определение КПД. Имитатор Солнца.

10. Компоненты фотоэлектрических систем.

Компоненты, принцип работы и параметры фотоэлектрических систем. Основные типы фотоэлектрических систем. Аккумуляторы и инверторы. Эксплуатация фотоэлектрических систем.

11. Концентраторы солнечного излучения.

Преимущества и недостатки использования концентраторов излучения. Типы концентраторов излучения. Голографические концентраторы. Следящие системы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Тестовые задания
2. Реферативные работы

Рекомендуемые темы тестовых заданий

1. Свойства солнечного излучения. Влияние атмосферы и других факторов.
2. Пассивное солнечное отопление
3. Принцип работы теплового коллектора.
4. Фотоэффект в p - n -переходе.
5. Конструктивные особенности солнечных элементов.
6. Эквивалентная схема солнечного элемента.
7. Спектральная характеристика солнечного элемента.
8. Влияние параметров солнечных элементов на их эффективность.
9. Предельный КПД солнечного элемента.
10. Принцип работы и компоненты фотовольтаических систем.

Рекомендуемые темы реферативных работ

1. Политические и экономические аспекты солнечной энергетики.
2. Проблемы и перспективы использования солнечной энергетики в Беларуси.
3. Государственная политика в области солнечной энергетики.
4. Способы пассивного использования солнечного излучения.
5. Тепловые коллекторы.
6. Материалы для солнечной энергетики.
7. Зависимость параметров солнечных элементов от их конструктивных особенностей и внешних воздействий.
8. Влияние параметров солнечных элементов на их эффективность.
9. Способы определения параметров солнечных элементов.
10. Тандемные солнечные элементы.
11. Соединение солнечных элементов в модули.
12. Концентраторы солнечного излучения.
13. Функционирование фотовольтаических систем и их компоненты.
14. Практическое использование фотовольтаических систем.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Игнатищев, Р. Энергетическая и экспортная проблемы / Р. Игнатищев. - Минск – Могилёв: Палата представителей Национального собрания Республики Беларусь, 1997. - 45 с.
2. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. – Москва: Наука, 1977. – 672 с.
3. Мосс, Т. Полупроводниковая оптоэлектроника / Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис; пер. с англ. А.А. Гиппиуса, А.Н. Ковалёва под ред. С.А. Медведева. – М.: Мир, 1976. – 431 с.

4. Мартынов, В.Н. Полупроводниковая оптоэлектроника / В.Н. Мартынов, Г.И. Кольцов. – М.: МИСИС, 1999. – 400 с.
5. Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики / С. Фонаш [и др.]; под ред. Т. Коутса, Дж. Микина. – М.: Мир, 1988. – 306 с.
6. Сердюк, В.В. Фотоэлектрические процессы в полупроводниках / В.В. Сердюк, Г.Г. Чемересюк, М. Терек. – Киев – Одесса: Вища школа, 1982. – 151 с.
7. Васильев, А.М. Полупроводниковые фотопреобразователи / А.М. Васильев, А.П. Ландсман. – М.: Сов. радио, 1971. – 248 с.
8. Колтун, М.М. Оптика и метрология солнечных элементов / М.М. Колтун. – М.: Наука, 1984. – 280 с.
9. Гременок, В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. – Мн.: Издательский центр БГУ, 2007. — 222 с.
10. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов: в 2 т. / С. Зи; пер. с англ. В.А. Гергеля, В.В. Ракитина; под ред. Р.А. Суриса. – М.: Мир, 1984. – Т. 2. – 456 с.

Дополнительная

1. Фаренбрух, А. Солнечные элементы: теория и эксперимент / А. Фаренбрух, Р. Бьюб; пер. с англ. под ред. М.М. Колтуна. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.
2. The e-book “Solar Energy and Photovoltaics” (TEMPUS project).
3. Overstraeten, R.Van. Physics, Technology and Use of Photovoltaics / R.Van. Overstraeten. – Bristol and Boston: Adam Hilger Ltd, 1986. – 278 p.
4. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering / Second Edition – John Wiley & Sons, 2011. – 1132 P.